

Рис. 4. Зависимость эффективности: *a* – кольцевого ребра;
б – прямого ребра от площади их поверхности при $l = 0,628$ м; $\delta_0 = 0,01$ м

Список использованных источников

1. Ячиков М. И., Ячиков И. М. Моделирование теплового состояния подового электрода ДППТ с водяным и воздушным охлаждением // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве: сб. докладов II Всероссийской НПК студентов, аспирантов и молодых ученых. Екатеринбург: УрФУ, 2013. - С. 123–127.

2. Ройзен Л. И., Дулькин И. Н. Тепловой расчет оребренных поверхностей / под ред. В. Г. Фастовского. М.: Энергия, 1977. - 256 с.

УДК 669.056

Т. М. Насыров, В. Н. Летимин

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова», г. Магнитогорск, Россия

ПРОИЗВОДСТВО АГЛОМЕРАТЫШЕЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация

Изучен новый метод окускования железорудного материала, в частности тонкого железорудного концентрата – производство гибридного агломерата или агломератышей. В лабораторных условиях ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Носова» проведены исследования по

получению гибридного агломерата по японской технологии. Результаты исследований дают возможность увеличения высоты спекаемого слоя.

Ключевые слова: окомкование, спекание, гибридный агломерат, агломератыши.

Abstract

We present a novel method of sintering iron ore material, in particular fine iron ore - production of hybrid or agglomerate HPS. Under laboratory conditions «Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov» research conducted to obtain hybrid sinter on Japanese technology. Research results make it possible to increase the height of the sintered layer.

Keywords: pelletizing, sintering, hybrid agglomerate, hybrid pelletized sinter.

Ввиду истощения крупных месторождений железных руд в Уральском промышленном регионе с его мощным металлургическим производством проблема снабжения металлургических заводов относительно дешевым и качественным железорудным сырьем в настоящее время существенно обострилась. Здесь имеется ряд значительных и не разработанных месторождений бедных руд.

При обогащении таких руд получают фракцию – 0,074 мм. Поэтому решение проблем окускования тонкодисперсных материалов является важным процессом в условиях современной экономики.

Основным продуктом окускования тонкоизмельченных концентратов являются окатыши. Однако, они обладают достаточно серьезным недостатком - низкой горячей прочностью. На некоторых аглофабриках мира тонкий концентрат спекают, получая агломерат – наилучшее сырье для доменных печей. Однако спекание тонкоизмельченного концентрата ограничено возможностями эксгаустеров, так как такое сырье имеет очень низкую газопроницаемость.

Япония и Украина являются «первооткрывателями» нового вида железорудного сырья – гибридного агломерата (агломератышей). Это сравнительно новый продукт окускования тонкодисперсного железорудного сырья, объединивший в своей технологии стадии процессов получения как агломерата, так и окатышей.

С 80-х годов прошлого века в Японии [3; 4] начато производство гибридного агломерата по технологии HPS (Hybrid Pelletized Sinter). Гибридный агломерат получают в несколько стадий (рис. 1).

Согласно японской технологии сначала проводится предварительное окомкование тонкодисперсных концентратов в гранулы (миниокатыши) крупностью 5–10 мм в тарельчатых грануляторах. Затем в барабанном окомкователе на полученные гранулы накатывается тонкоизмельченное твердое топливо (коквик или уголь). Далее полученный полупродукт отправляется на агломерационную машину конвейерного типа на спекание [5; 6]. Спекание производится на агломашине, отличающейся от обычной наличием зоны сушки перед зажигательным горном.

Предварительное окомкование тонкоизмельченных концентратов позволило увеличить высоту спекаемого слоя за счет улучшения газопроницаемости спекаемого слоя, а накатывание топлива на поверхность миниокатышей – достичь частичного плавления кальциевого феррита и получить конечную структуру гибридного агломерата, состоящую главным образом из магнетита с высокой восстановимостью.

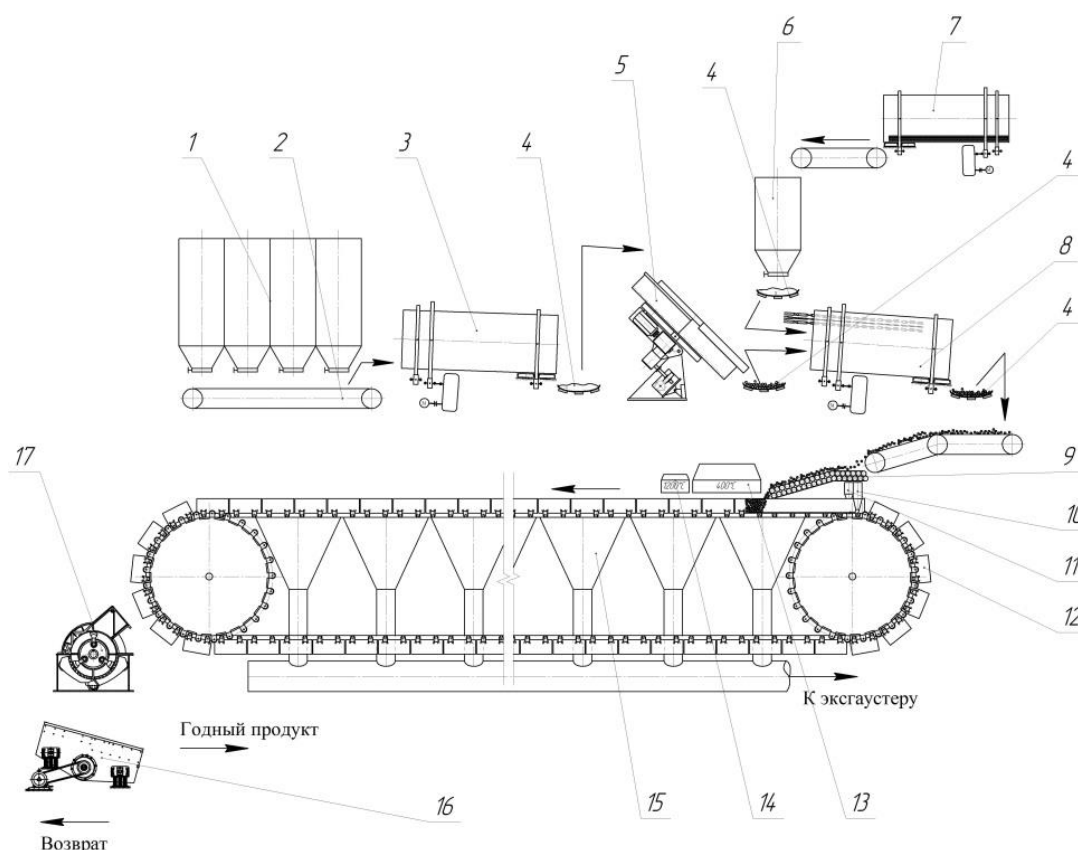


Рис. 1. Технологическая схема промышленного оборудования для производства агломерата процессом HPS: 1 – шихтовые бункеры; 2 – сборочный транспортер; 3 – смесительный барабан; 4 – ленточный транспортер; 5 – тарельчатый гранулятор; 6 – коксовая (угольная) мелочь; 7 – стержневая мельница; 8 – барабанный окомкователь; 9 – роликовый укладчик; 10, 11 – бункера донной и бортовой постели; 12 – паллета; 13 – зона суши; 14 – зажигательный горн; 15 – вакуум-камера; 16 – грохот; 17 – роторная дробилка

Анализ применения гибридного окускованного сырья в Фукуяма и Курасики (Япония) при выплавке чугуна подтвердил, что по своему гранулометрическому составу оно близко к стабилизированному агломерату. Даже при наличии в гибридном агломерате 7–8 % мелочи крупностью 0–5 мм проплавка его в доменной печи приводит к увеличению производительности ее и снижению расхода твердого топлива [4]. По данным исследования полученный в лаборатории гибридный продукт содержит 61,9 % $Fe_{общ}$; 25,0 % FeO ; 7,8 % SiO_2 ; 5,87 % CaO . После длительного хранения прочностные характеристики материала находились на уровне ДСТУ 3200–95: прочность на удар $M^{+5} = 75,0\%$, прочность на истирание $M^{-5} = 6,5\%$ [9].

Украинская технология производства гибридного агломерата существенно отличается от японской. Первая стадия производства агломератышей по украинской технологии заключается в производстве сырых окатышей высокой и низкой основности. После дозировки по массе 50 на 50 процентов последние смешиваются и загружаются на обжиговую машину. В зоне обжига в высокоосновных окатышах образуется жидкая фаза более 20 % от объема окатышей [10]. Капиллярные силы не в состоянии удержать расплавы внутри окатыша, они выходят на поверхность, смачивают низкоосновные окатыши и

образуют мениски. В зоне охлаждения расплавы кристаллизуются, образуя спеки. Недостатком украинской технологии, по нашему мнению, является то, что основным железорудным минералом таких агломератышей является гематит. А значит, при восстановлении в шахте доменных печей возможно разбухание и разрушение их, как у традиционных окатышей.

В России проводятся первые шаги на пути к данной технологии: на ОАО «НЛМК» введен узел комбинированного способа окомкования шихты барабанный-тарельчатый смесители [7].

В 2013 г. в лаборатории подготовки сырья ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» была проведена серия опытов по получению гибридного агломерата из концентрата ОАО «ММК» по японской технологии.

Технология производства гибридного агломерата включала в себя: измельчение железорудного, угольного сырья, известняка и коксика; рассеивание по фракциям; дозирование и смешивание компонентов шихты; окатывание шихты до получения миниокатышей (гранул) в лабораторном тарельчатом грануляторе; накатывание твердого топлива на мини-окатыши; рассеивание полученных гранул по крупности; проверка прочностных характеристик мини-окатышей; сушка гранул оптимальной крупности; спекание мини-окатышей на лабораторной аглочаше; испытание полученного гибридного агломерата на прочность и истираемость; исследование микроструктуры полученного продукта.

Выявлено оптимальное время окомкования тонкого концентрата без накатывания коксика на поверхность и при накатывании его.

Опытным путем был выявлен рациональный размер мини-окатышей (рис. 2) при высоте спекаемого слоя 240 мм. Увеличить высоту слоя не позволяли параметры установки.

Полученные миниокатыши подвергались упрочняющей сушке в сушильном шкафу при температуре 300 °С в течение 1 ч. Еще горячие высушенные миниокатыши загружались в спекательную чашу лабораторной агломерационной установки.

Полученный продукт по макроструктуре напоминал «гроздь винограда» (рис. 3, 4). Была проведена серия опытов по проверке гибридного агломерата на холодную прочность и истирание.



Рис. 2. Полученные в лабораторном грануляторе миниокатыши



Рис. 3. Гибридный агломерат с оптимальным расходом твердого топлива



Рис. 4. Гибридный агломерат с избытком твердого топлива

Были изготовлены аншлифы полученного гибридного агломерата и сделаны фотографии микроструктуры (рис. 5). В дальнейшем планируется изучение фазового и химического состава полученного гибридного агломерата.

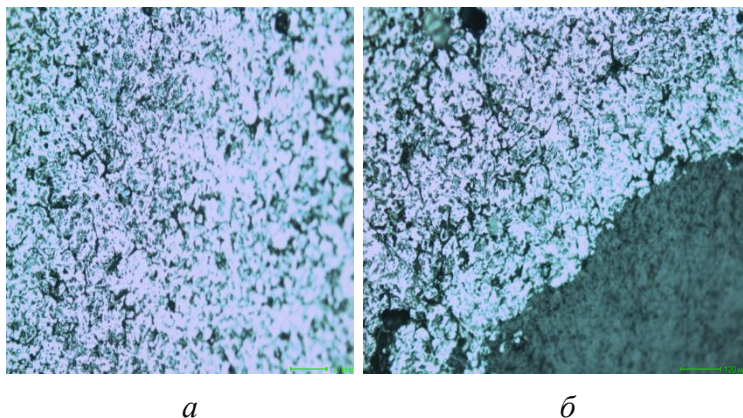


Рис. 5. Микроструктура гибридного агломерата, полученного в лабораторных условиях
ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г. И. Носова»:
а – низ агломерационной чаши; *б* – середина агломерационной чаши.

Список использованных источников

1. Higuchi T., Oyama N., Kamino T., Yamashita K. Progress of granulation technology for sinter mixture at JFE Steel // Zairyo to Prosesu=CAMP ISIJ. – 2010. – № 1. Pp. 125–128.
2. Kawachi S., Kasama S. The improvements of granulation technique for sintering efficiency developing // Zairyo to Prosesu=CAMP ISIJ. – 2010. – № 1. Pp. 121–124.
3. Tadashi O., Sassa Y., Naoya S. et al. Development of sinter mixture granulation at Nisshin Steel Kure works // Zairyo to Prosesu=CAMP ISIJ. – 2010. – № 1. Pp. 117–120.
4. Нива Я. Промышленное производство окучкованного рудного доменного сырьа с массовым использованием руды с низким содержанием пустой породы // Экспресс-обзор. Новейшие зарубежные достижения. – 1993. – № 6.
5. Суліменко С. Енергозберігаюча технологія керованого рідкофазного спікання гібридного залізорудного матеріалу для доменного переділу, Дніпропетровськ: автореф.дис., 2010.
6. Инадзуми Т. Новейшие достижения в агломерации железных руд // Тэцу то хаганэ. Яп. – 1996. – Т. 82. – № 12. С. 965–974.
7. Исаенко Г. Совершенствование технологии комбинированного окомкования, загрузку, зажигания и спекания агломерационной шихты: автореф. дисс. Липецк, 2011.
8. Близнюков А. С. Развитие процесса окомкования аглошихты в Японии // Новости черной металлургии за рубежом. – 2011. – № 1. С. 14–20.
9. Сулименко С.Е., Игнатов Н.В., Бочка В.В., Ковшов В.Н., Вылупко Е.Е. Влияние гибридного совмещения методов интенсификации агломерационного процесса на показатели спекания и качество агломерата // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2011. – № 12. С. 3–6.
10. Бережной Н. Н., Федоров С. А., Билоус В. Н. Исследование получения прочного окучкованного сырьа с самоплавкой пустой породой из высококремнеземистых железорудных концентратов // Повышение эффективности работы доменных печей. – 1983. С. 11–15.

УДК 669.056

В. М. Павловец, А. В. Герасимук

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНОШИХТОВОЙ СТРУИ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ

Аннотация

Для перспективных технологических схем получения железорудных окатышей, основанных на методе принудительного зародышеобразования, рассчитано давление воздушно-шихтовой струи и построена номограмма для определения параметров струйной обработки.